

ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดาในระยะวัฏฒนภาค

Effect of Chitosan on Growth of Seeda Tomato in Vegetative Stage

แหววฤดี แหววทองรักษ์^{1*} และนุรฮายะตี สาและ²Waewruedee Waewthongrak^{1*} and Nurahayatee Saleh²

บทคัดย่อ

ไคโตซานเป็น ไบโพลิเมอร์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวงการเกษตรกรรมหลากหลายด้าน เช่น ส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืช จากเหตุผลดังกล่าวจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศสีดาในระยะวัฏฒนภาค และศึกษาผลของสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แต่ส่งผลต่อจำนวนใบ ความสูง น้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ สารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด โดยจำนวนใบ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งของต้นของมะเขือเทศ เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 32 77.6 และ 41.8 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมะเขือเทศที่ทดสอบด้วยสารละลายไคโตซานยังเพิ่มสูงขึ้น 8-12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

คำสำคัญ: ไคโตซาน มะเขือเทศ การส่งเสริมการเจริญเติบโต

Abstract

Chitosan is a biopolymer which has great capability in various ways of agricultural practices such as plant growth promotion and increase yield of various crops. Thus, the aim of this study was conducted to investigate the effect of chitosan on promoting the growth of tomato in vegetative stage and study the results of chitosan at different degree of concentration on the growth of tomato by Completely Randomize Design. The results obtained from this experiment showed that the chitosan at concentration of 0.5-1.5 mg/ml did not affect the stem diameter but affected leaf number, plant height, dry weight,

¹ อ.ดร., หลักสูตรชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000

² นักศึกษาระดับปริญญาตรี, หลักสูตรเคมี-ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000

¹ Lecturer Dr., Applied Biology Program, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000, Thailand

² Undergraduate Student, Chemistry-Biology Program, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000, Thailand

*Corresponding author: Tel.: 073-312201, E-mail address: waewruedee.w@psu.ac.th

(Received: April 11, 2020; Revised: June 23, 2020; Accepted: June 30, 2020)

chlorophyll amounts, and absolute growth rate (AGR). It also indicated that the 0.5 mg/ml of chitosan solution is the best concentration to promote growth of tomato through increasing leaf number (32 %), root dry weight (77.6 %), and plant dry weight (41.8 %) compared to control, respectively. In addition, the total chlorophyll content in leaf of tomato treated with chitosan solution also increased from 8 to 12 % compared to the control group.

Keywords: Chitosan, Tomato, Growth Promoting

บทนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ผู้บริโภคนิยมรับประทานผลสด หรือใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร เนื่องจากมะเขือเทศอุดมด้วยสารอาหาร แร่ธาตุ รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แครโรทีนอยด์ (Carotenoid) ไลโคปีน (Lycopene) วิตามินซี (Vitamin C) วิตามินอี (Vitamin E) กรดฟีนอลิก (Phenolic Acid) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) [1] ทั้งนี้มะเขือเทศจัดเป็นพืชทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีผลผลิตรวมในประเทศไทยมากกว่าหนึ่งแสนตันต่อปี สามารถปลูกและผลิตได้ดีในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต มะเขือเทศที่นิยมปลูกในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 พันธุ์ตามการใช้ประโยชน์ คือ พันธุ์บริโภคสด และพันธุ์อุตสาหกรรม [2] จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [3] ปี 2561 ประเทศไทยมีผลผลิตมะเขือเทศรวมทั้งประเทศจำนวน 123,609 ตัน แบ่งเป็น มะเขือเทศบริโภคสดจำนวน 42,192 ตัน และมะเขือเทศเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูปจำนวน 81,417 ตัน อย่างไรก็ตาม มะเขือเทศเป็นพืชที่มีแมลงรบกวนและอ่อนแอต่อเชื้อก่อโรค เช่น ไวรัสใบหงิกเหลือง (Yellow Leaf Curl Virus) [4] โรคเหี่ยวจากเชื้อ *Fusarium* [5] เป็นต้น นอกจากนี้ศัตรูพืชยังสร้างความเสียหายให้กับการเจริญเติบโตของลำต้นระหว่างปลูก ทำให้คุณภาพและผลผลิตของมะเขือเทศลดต่ำลง [6] เกษตรกรจึงนิยมใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโต

ไคโตซาน เป็นสารชีวภาพที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากไคโตซานสามารถเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่ช่วยเร่งการย่อยอินทรียสารให้อยู่ในรูปอนินทรียสาร ซึ่งทำให้พืชดูดซึมได้ง่าย [7] ไคโตซานเป็นสารชีวโมเลกุลชนิดหนึ่งที่สามารถพบในเปลือกนอกของสัตว์จำพวกกุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา เป็นสารธรรมชาติที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว เป็นวัสดุชีวภาพที่ภาคเกษตรกรรมสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม จากรายงานวิจัยก่อนหน้าพบว่า ไคโตซานสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตในพืชได้หลากหลายชนิด เช่น พริกหวาน [8] สตอเบอร์รี่ [9] และ ถั่วเขียว [10] นอกจากนี้ไคโตซานสามารถยับยั้งโรคในพืชโดยกระตุ้นระบบต้านทานโรคในพืช [11] ชักนำให้พืชสร้างสารเคมีเพื่อใช้ป้องกันตนเอง เช่น ไฟโตอเล็กซิน (Phytoalexin) [12] ลิกนิน (Lignin) และ Pathogenesis Related (PR) Proteins [13] รวมทั้งกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ป้องกันตัวเองของพืช (Self-defense Related Enzyme) [14] จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศในระยววัฒนภาค

ขั้นตอนการวิจัย

เตรียมสารละลายไคโตซาน นำผงไคโตซาน (Low Molecular Weight, 75-85 % Deacetylation, Sigma-aldrich) 2 กรัม ละลายในสารละลาย Glacial Acetic Acid ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น ความเข้มข้น 0.2 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานด้วยน้ำกลั่น โดยให้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายไคโตซานเท่ากับ 0.5 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปรับ pH เป็น 5.8 ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1N

ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่ออัตราการเจริญเติบโตของมะเขือเทศโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ทำการเพาะเมล็ดมะเขือเทศสีดา (บริษัทเจียใต้ ประเทศไทย) ในกระบะเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นย้ายกล้ามะเขือเทศปลูกลงกระถางที่บรรจุดินปลูก 500 กรัม โดยปลูก 1 ต้น ต่อ 1 กระถาง หลังจากย้ายปลูกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ รดกล้ามะเขือเทศด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0 0.5 1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร บริเวณโคนต้นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 กระถาง ติดตามการเจริญเติบโตของมะเขือเทศเมื่อครบ 6 สัปดาห์ หลังจากย้ายปลูก นับจำนวนใบ วัดความสูงต้น (Height) และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (Stem Diameter) โดยวัดที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างต้นมะเขือเทศไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อวัดน้ำหนักแห้งของราก (Root Dry Weight) น้ำหนักแห้งของยอด (Shoot Dry Weight) น้ำหนักแห้งของต้น (Plant Dry Weight) และตรวจหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ตรวจสอบปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (Total Chlorophyll) ในใบมะเขือเทศตามวิธีการของ Inskeep, & Bloom, 1984 [15] โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบมะเขือเทศบริเวณตำแหน่งข้อที่ 3 นับจากยอด และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นบดตัวอย่างให้ละเอียดและแช่ในสารละลาย Acetone ความเข้มข้น 80 % นำตัวอย่างบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นแยกส่วนละลายใส โดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทโฟโตมิเตอร์ (UV-visible, Multiskan™ GO, Thermo Fisher Scientific) และคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในหน่วยของ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (mg/gDW)

ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ (Absolute Growth Rate; AGR) ของมวลชีวภาพของต้นมะเขือเทศ โดยใช้วิธีการเดียวกันกับการศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตสุ่มเก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศจำนวน 20 ต้นใน สัปดาห์ที่ 2 และ สัปดาห์ที่ 4 หลังจากรดด้วยสารละลายไคโตซาน นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักแห้งของต้นด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง เพื่อใช้คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ของมวลชีวภาพตามสูตร โดยกำหนดให้ ΔW คือ ผลต่างของน้ำหนักแห้งของต้น (กรัม) Δt คือ ผลต่างของเวลา (วัน) [16]

$$AGR = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ โดยการตรวจนับจำนวนใบ ความสูงของต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น และน้ำหนักของต้นแห้ง พบว่าการรดสารละลายไคโตซาน ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แต่ส่งผลต่อจำนวนใบ ความสูง และน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 1) โดยเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.46 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของมะเขือเทศในชุดควบคุม ในขณะที่จำนวนใบของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานทุกความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยต้นมะเขือเทศที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิตรมีจำนวนใบเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 32 ขณะที่ต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตรมีจำนวนใบเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ส่วนผลของไคโตซานต่อความสูงของลำต้นมะเขือเทศพบว่า ความสูงของลำต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิตรเพิ่มมากที่สุด โดยเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 12.27 เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่ความสูงของลำต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตรลดต่ำกว่าชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ทั้งนี้ การเจริญเติบโตของพืชที่เพิ่มสูงขึ้นหลังได้รับสารละลายไคโตซานเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องเมแทบอลิซึมของไนโตรเจนและคาร์บอน เช่น Nitrate Reductase, Glutamine Synthetase [17 - 18] Glutamate Synthase, Sucrose Phosphate Synthase (SPS) และ Fructose 1, 6-2 Phosphatase ส่งผลให้ปริมาณกลูตามัท (Glutamate) แอสพาร์เตต (Aspartate) และ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) เพิ่มขึ้น [19] ซึ่งพืชสามารถนำสารเหล่านั้นไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตต่อไป

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศสัปดาห์เมื่อรดด้วยสารละลายไคโตซานต่อเนื่องเป็นเวลา 4 สัปดาห์

พารามิเตอร์ของการเจริญเติบโต	สารละลายไคโตซาน (มิลลิกรัมต่อมิลลิตร)			
	0 (ชุดควบคุม)	0.5	1.0	1.5
จำนวนใบ (ใบต่อต้น)	105 ± 3.36 ^a	140 ± 4.14 ^b	139 ± 7.99 ^b	127 ± 5.09 ^{ab}
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตรต่อต้น)	0.44 ± 0.02 ^a	0.44 ± 0.03 ^a	0.46 ± 0.03 ^a	0.44 ± 0.0 ^a
ความสูงของลำต้น (เซนติเมตรต่อต้น)	111.93 ± 3.96 ^{ab}	121.33 ± 3.29 ^c	125.67 ± 3.33 ^c	104.14 ± 2.53 ^a
น้ำหนักแห้งของยอด (กรัมต่อต้น)	3.451 ± 0.274 ^a	4.698 ± 0.369 ^b	3.703 ± 0.240 ^{ab}	3.799 ± 0.134 ^{ab}
น้ำหนักแห้งของราก (กรัมต่อต้น)	0.549 ± 0.117 ^a	0.975 ± 0.160 ^{ab}	0.954 ± 0.125 ^{ab}	0.744 ± 0.108 ^a
น้ำหนักแห้งของต้น (กรัมต่อต้น)	4.000 ± 0.303 ^a	5.673 ± 0.479 ^b	4.656 ± 0.339 ^{ab}	4.543 ± 0.221 ^{ab}

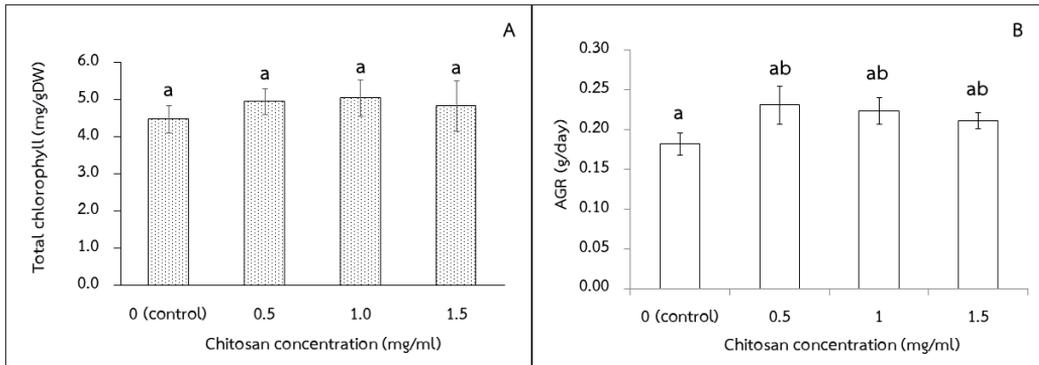
หมายเหตุ - Mean ± S.E. จำนวนจากการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ข้อมูลทั้งหมดผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

-ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษร a b c และ ab ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.01)

จากการศึกษาผลของไลโคซานต่อน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศพบว่า น้ำหนักแห้งของยอด น้ำหนักแห้งของราก และ น้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าน้ำหนักที่สูงที่สุด โดยเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 36.77.6 และ 41.8 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ขณะที่น้ำหนักแห้งของยอด น้ำหนักแห้งของราก และน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าน้ำหนักสูงกว่าชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของ Li *et al.*, 2019 [20] พบว่า การให้ไลโคซานอนุภาคนาโนแก่ข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) สามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน และเพิ่มการสะสมฮอร์โมนออกซินบริเวณรากและบริเวณยอด ซึ่งฮอร์โมนออกซินทำหน้าที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์บริเวณรากจึงส่งผลต่อปริมาณรากและน้ำแห้งของราก ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าปริมาณรากของต้นมะเขือเทศที่ทดสอบด้วยสารละลายไลโคซานมีมากกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักแห้งของยอด น้ำหนักแห้งของราก และน้ำหนักแห้งของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากรายงานวิจัยของ Lopez-Moya *et al.*, 2017 [21] พบว่า สารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากของต้นมะเขือเทศแต่ในทางตรงกันข้ามสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้นสูงกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ลดการเจริญเติบโตของราก จำนวนใบ และมวลชีวภาพของต้นมะเขือเทศ ซึ่งเป็นผลจากสารละลายไลโคซานที่ความเข้มข้นสูงชักนำให้เกิดความเครียดในกล้ามเนื้อเขือเทศจึงส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต



ภาพที่ 1 ผลของสารละลายไลโคซานต่อการเพิ่มปริมาณรากของต้นมะเขือเทศ
หลังจากรดด้วยสารละลายไลโคซานต่อเนื่องเป็นเวลา (A) 2 สัปดาห์ และ (B) 4 สัปดาห์



ภาพที่ 2 ผลของสารละลายไคโตซานต่อ (A) ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และ (B) อัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ของต้นมะเขือเทศหลังได้รับสารละลายไคโตซานต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ข้อมูลทั้งหมดผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมะเขือเทศสีแดงพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมะเขือเทศเพิ่มสูงขึ้นเมื่อรดด้วยสารละลายไคโตซานต่อเนื่องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 2A) โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าสูงสุด โดยเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 12 รองลงมาคือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 10 และ 8 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมตามลำดับ จากงานวิจัยของ Van, Minh, & Anh, 2013 [22] พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มสูงขึ้นในคลอโรฟิลล์เป็นผลมาจากไคโตซานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารไนโตรเจนและแมกนีเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของวงแหวนพอร์ไฟริน (Porphyrin Ring) ของคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทั้งนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช [23-24]

จากการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานพบว่าอัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ของต้นมะเขือเทศที่รดด้วยสารละลายไคโตซานอยู่ระหว่าง 0.21-0.23 กรัมต่อวัน ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ของมะเขือเทศชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.182 กรัมต่อวัน ผลการทดลองครั้งนี้บ่งชี้ว่า อัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ของต้นมะเขือเทศสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของต้นเนื่องจากสารละลายไคโตซานสามารถเพิ่มชีวมวลของต้นมะเขือเทศ โดยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดและราก จึงส่งผลให้อัตราการเติบโตสดัมบูรณ์ของต้นมะเขือเทศที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 2B) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mondal *et al.*, 2012 [18] พบว่า ชีวมวลแห้งของกระเจี๊ยบที่เพิ่มสูงขึ้นหลังฉีดพ่นสารละลายไคโตซานสัมพันธ์กับค่าอัตราการเจริญเติบโตสดัมบูรณ์ที่เพิ่มสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศสีดา พบว่า จำนวนใบ ความสูง น้ำหนักแห้งของราก น้ำหนักแห้งของยอด น้ำหนักแห้งของต้น อัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นมะเขือเทศเพิ่มสูงขึ้น เมื่อรดสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศสีดาในระยะวัฒนธรรมภาคใต้ได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนเงินวิจัยและอนุเคราะห์สถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M. R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(5), 609–617. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600158>.
- [2] Ekpong, B. (2014). A new, open-pollinated processing tomato, UBU 406. *Journal of Science and Technology*, 16(1), 76–82.
- [3] Office of Agricultural Economics. (2020). *Agricultural economic information* (Online). Retrieved June 1, 2020, from <http://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH>.
- [4] Noiket, N., Boonthip, T., & Riangwong, K. (2014). Evaluation of potential for chitosan to control TYLCV disease and promote the growth of Sridathip 3 tomato. In *The 26th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference*, 252–259. November 26–19, 2014. Chiang Rai: Mae Fah Luang University, Thailand.
- [5] Benhamou, N., Kloepper, J. W., & Tuzun, S. (1998). Induction of resistance against Fusarium wilt of tomato by combination of chitosan with an endophytic bacterial strain: ultrastructure and cytochemistry of the host response. *Planta*, 204(2), 153–168. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004250050242>.
- [6] Mishra, S., Jagadeesh, K. S., Krishnaraj, P. U., & Prem, S. (2014). Biocontrol of tomato leaf curl virus (ToLCV) in tomato with chitosan supplemented formulations of *Pseudomonas* sp. under field conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 8(3), 347–355.
- [7] Boonlertnirun, S., Boonraung, C., & Suvanasa, R. (2008). Application of chitosan in rice production. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 18(2), 47–52.
- [8] Ghoname, A. A., El-Nemr, M. A., Abdel-Mawgoud, A. M. R., & El-Tohamy, W. A. (2010). Enhancement of sweet pepper crop growth and production by application of biological, organic and nutritional solutions. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(3), 349–355.

- [9] Akter Mukta, J., Rahman, M., As Sabir, A., Gupta, D. R., Surovy, M. Z., Rahman, M., & Islam, M. T. (2017). Chitosan and plant probiotics application enhance growth and yield of strawberry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *11*, 9–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.05.005>.
- [10] Mondal, M. M. A., Malek, M. A., Puteh, A. B., & Ismail, M. R. (2013). Foliar application of chitosan on growth and yield attributes of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Bangladesh Journal of Botany*, *42*(1), 179–183. DOL: <https://doi.org/10.3329/bjb.v42i1.15910>.
- [11] Orzali, L., Corsi, B., Forni, C., & Riccioni, L. (2017). Chitosan in agriculture: a new challenge for managing plant disease. In E Shalaby (Ed.) *Biological Activities and Application of Marine Polysaccharides*. 16–36. London, England: IntechOpen Limited. DOI: <https://dx.doi.org/10.5772/66840>.
- [12] Awadalla, O. A., & Mahmoud, Y. A.-G. (2005). New Chitosan derivatives induced resistance to fusarium wilt disease through phytoalexin (gossypol) production. *Sains Malaysiana*, *34*(2), 141–146.
- [13] Ali, A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., Alderson, P. G., & Maqbool, M. (2014). Induction of lignin and pathogenesis related proteins in dragon fruit plants in response to submicron chitosan dispersions. *Crop Protection*, *63*, 83–88.
- [14] Sathiyabama, M., Bernstein, N., & Anusuya, S. (2016). Chitosan elicitation for increased curcumin production and stimulation of defence response in turmeric (*Curcuma longa* L.). *Industrial Crops and Products*, *89*, 87–94.
- [15] Inskeep, W. P., & Bloom, P. R. (1984). A comparative study of soil solution chemistry associated with chlorotic and nonchlorotic soybeans in western Minnesota. *Journal of Plant Nutrition*, *7*(1–5), 513–531.
- [16] Kulkarni, M. G., Ascough, G. D., & Van Staden, J. (2007). Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. *HortScience*, *42*(1), 179–182.
- [17] Ke, L., Xiangyang, L., Lisha, P., & Qiang, L. (2001) Effects of carboxymethyl chitosan on key enzymes activities of nitrogen metabolism and grain protein contents in rice. *Journal of Hunan Agricultural University*, *2001*(6), 421–424.
- [18] Mondal, M. M. A., Malek, M. A., Puteh, A., Ismail, M. R. Ashrafuzzaman, M., & Naher, L. (2012). Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science*, *6*(5), 918–921.
- [19] Zhang, X., Li, K., Xing, R., Liu, S., & Li, P. 2017. Metabolite profiling of wheat seedlings induced by chitosan: revelation of the enhanced carbon and nitrogen metabolism. *Frontiers in Plant Science*, *8*, 1-13. DOI: [10.3389/fpls.2017.02017](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02017).

- [20] Li, R., He, J., Xie, H., Wang, W., Bose, S. K., Sun, Y., Hu, J., & Yin, H. (2019). Effects of chitosan nanoparticles on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 126, 91–100.
- [21] Lopez-Moya, F., Escudero, N., Zavala-Gonzalez, E. A., Esteve-Bruna, D., Blázquez, M. A., Alabadí, D., & Lopez-Llorca, L. V. (2017). Induction of auxin biosynthesis and *WOX5* repression mediate changes in root development in Arabidopsis exposed to chitosan. *Scientific Reports*, 7, 16813. DOI: 10.1038/s41598-017-16874-5.
- [22] Van, S.N., Minh, H.D., & Anh, N.D. (2013). Study on chitosan nanoparticles on biophysical characteristics and growth of Robusta coffee in green house. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2(4), 289–294.
- [23] Nakamura, T., Nakayama, N., Yamamoto, R., Shimamura, S., Kim, Y., Hiraga, S., Ohyama, T., Komatsu, S., & Shimada, S. (2010). Nitrogen utilization in the supernodulating soybean variety “Sakukei 4” and its parental varieties, “Enrei” and “Tamahomare”. *Plant Production Science*, 13(2), 123–131.
- [24] Pattamaputit, W., & Rungcharoenthong, P. (2016). Effect of chitosan on growth, yield and salicylic acid content in bird chili. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(SUPPL. 1), 141–146.